Progetto L.I.S.T. PORT

Limitazione Inquinamento Sonoro da Traffico nei Porti commerciali

Componente **T2:** Studi finalizzati alla elaborazione dei modelli di simulazione trasporti/ambiente

OUTPUT **T2.1:** Sistema Transfrontaliero ITS Integrato di Info mobilità basato sui PMV

Luogo e data : Cagliari novembre 2021

SOGGETTO RESPONSABILE DELLA STESURA DEL DOCUMENTO		**Prof. Ing. Paolo Fadda** **Ing. Federico Sollai**	
RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO		**Prof. Ing. Paolo Fadda**	
RESPONSABILE TECNICO DEL PROGETTO		**Ing. Federico Sollai**	
ESTENSORI DEL DOCUMENTO		**Ing. Federico Sollai**	
Revisione n°	**00**	**Del**	**Data**

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE ED OBIETTIVI DEL PROGETTO 3
2. SINTESI DEL PROGETTO LIST PORT 3
2.1 Il sistema ITS LIST-PORT - Descrizione generale - 6
2.1.1 Sistema ITS con PMV e apparti per il monitoraggio del traffico 9
2.1.2 Sistema ITS List Port con l'ausilio di APP 13
2.1.3 Piattaforma di interfacciamento dei sistemi PMV, monitoraggio traffico e APP 15
2.1.3.1 Descrizione della piattaforma 16
3. I RISULTATI E GLI OUTPUT DEL PROGETTO 17
3.1 Il modulo del sistema ITS con PMV 17
3.1.1 Funzionamento del Sistema Centrale di Controllo e del Sistema di comunicazione 18
3.1.2 Architettura e funzionamento del modulo di gestione dei PMV e dei sistemi di monitoraggio del traffico 20
3.1.2.1 Sottomodulo-Maps 21
3.1.2.2 Sottomodulo -Visual 21
3.1.2.3 Sottomodulo Analysis, Software per gestione dati traffico 21
3.1.2.4 Sottomodulo-SMT Software per acquisizione dati da Stazioni Monitoraggio Traffico 22
3.1.2.5 Sottomodulo-Scenari - Software per la gestione degli scenari 22
3.1.2.6 Integrazione per altri dispositivi e altri sistemi in uso all'Ente 23
3.1.3 Modulo gestione pannelli a messaggio variabili 23
3.1.4 Sistema di monitoraggio del traffico veicolare 24
3.1.4.1 Sistema di monitoraggio del traffico con spire 24
3.1.4.2 Sotto-modulo monitoraggio del traffico con Telecamere 26
3.1.4.3 Modulo gestione stazioni monitoraggio traffico 28
Indice delle Figure 31
Indice delle Tabelle 32

1. INTRODUZIONE ED OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto LIST-PORT (Limitazione Inquinamento Sonoro da Traffico nei Porti commerciali) ha come finalità quella di migliorare il "Clima acustico" delle città portuali attraverso l'utilizzo di sistemi integrati *Intelligent Transportation System* di gestione del traffico.

Il progetto L.I.S.T. Port si inserisce all'interno di un gruppo di progetti tematici denominato «Cluster Acustico» finanziato nella seconda Call del Programma Italia-Francia Marittimo 2014-2020. I partner del progetto sono l'Università degli Studi di Cagliari (in qualità di Capofila), l'Associazione Nazionale Comuni Italiani Sez. Reg. Toscana, l'ANCI Liguria, l'Università di Pisa, le GIP Fipan - Groupement d'Intérêt Public Formation et Insertion Professionnelle Academie de Nice, la Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de la Haute-Corse.

L.I.S.T. Port, assieme ai progetti «Mon Acumen», «Rumble», «Decibel» e «Report», ha l'obiettivo di fornire i contenuti necessari per predisporre un insieme integrato di misure, piani e programmi finalizzati ad elaborare dei contributi tecnici per la stesura di linee guida e buone prassi per ridurre l'impatto dal rumore originato dalle attività logistiche portuali e dal traffico generato/attratto dei porti commerciali.

L'obiettivo generale di LIST-PORT è quello di valutare in che modo le applicazioni ITS sulla gestione del traffico possono incidere sulla riduzione delle pressioni sonore in ambito portuale ed urbano, valutando gli effetti che tali interventi determinano nei confronti dell'ambiente urbano, al fine di mantenere le emissioni sonore sempre al di sotto dei limiti consentiti dalle normative vigenti.

La sfida territoriale comune intrapresa nel progetto è stata quella di perseguire alcuni obiettivi previsti nella direttiva 2002/49/CE, tra i quali la condivisione di una politica integrata e sinergica di azioni volte alla riduzione dell'inquinamento acustico ed allo sviluppo di buone pratiche in grado di definire un approccio metodologico standardizzato per le diverse città portuali.

2. SINTESI DEL PROGETTO LIST PORT

Il rumore generato dalle attività portuali è prevalentemente imputabile a due componenti: le attività portuali interne allo scalo ed il traffico leggero e pesante attratto dal nodo e che transita verso le infrastrutture stradali di collegamento. In particolare le emissioni determinate da traffico stradale non si limitano a quelle emesse all'interno del porto ma, in relazione al traffico di adduzione, sono soprattutto quelle emesse in modo rilevante lungo la rete stradale di ingresso ed attraversamento della città verso gli accessi portuali, con elevati livelli di pressione sonora negli orari di punta di imbarco e sbarco delle navi.

La sfida del progetto List-Port è stata quella di individuare, attraverso un approccio comune e di sistema, interventi di mitigazione del rumore generato da tale intensità di traffico attraverso la realizzazione di un sistema integrato Intelligent Transportation System (ITS) di gestione della mobilità, in grado di fornire automaticamente messaggi di info-mobilità capaci di modificare gli itinerari degli utenti, razionalizzando le correnti veicolari, attraverso l'invio di informazioni all'utente sulla base di elaborazioni effettuate con modelli di traffico. Questi modelli, in funzione dei flussi veicolari rilevati

istantaneamente, valutano in tempo reale lo stato acustico e ambientale del sistema, e, in caso del superamento dei limiti di impatto, consentono di razionalizzare e riassegnare i flussi sulla rete.

Le tecnologie ITS sono strumenti fondamentali per la pianificazione della mobilità urbana e coadiuvano le pubbliche autorità (PA) nel conseguimento dei loro obiettivi strategici e nella gestione delle concrete operazioni di gestione del traffico, soprattutto nell'affrontare le dirette problematiche che il traffico determina sul benessere e sull'inquinamento ambientale. La gestione integrata e sistemica di questi strumenti permette una gestione coordinata delle reti stradali e facilita l'attuazione di regimi integrati di logistica urbana e di accesso regolamentato, soprattutto finalizzato alla riduzione della pressione dell'inquinamento ambientale ed acustico nei confronti delle città, in particolare per quelle dove la presenza dei nodi portuali accentuano l'attrazione di traffico sia leggero che commerciale. I risultati della sperimentazione del sistema ITS permettono di determinare il livello di riposta alla risoluzione del problema dell'inquinamento acustico, mettendo in luce anche i livelli di usabilità del sistema da parte degli operatori della PA addetti alla gestione, e degli utenti che viceversa lo utilizzano (utenti attratti e generati dal nodo portuale). L'architettura e gli aspetti tecnico scientifici del sistema LIST PORT sono stati ideati secondo un approccio con carattere sperimentale, scientifico e tecnologico aperto in grado di favorirne il successivo sviluppo e applicazione in altri contesti.

La fase propedeutica dell'applicazione è stata rivolta al monitoraggio dei livelli di traffico e di rumore nei porti e nelle principali arterie viarie; a cui è seguita la parte della modellizzazione delle reti stradali con il software SUMO (Simulation of Urban MObility), al fine di disporre di un modello virtuale in grado di simulare nuovi scenari di rete. Inoltre è stata sviluppata una parte di caratterizzazione acustica con l'obiettivo di definire il clima acustico ambientale delle città pilota ed individuare, per le diverse fasce della giornata, quali fossero le zone ed i punti sensibili maggiormente sottoposti a livelli di pressione acustica sopra soglia.

Valutate le criticità e confrontate con i livelli di pressione acustica nei punti sensibili della rete, sono state individuate soluzioni alternative di percorrenza e/o di accesso ai porti, da introdurre attraverso l'uso di sistemi ITS basati su piattaforme di info-mobilità (PMV o APP) in grado sia di fornire informazioni ai conducenti in tempo reale su itinerari alternativi sia di creare blocchi su alcuni assi stradali accompagnati dalla indicazione di presenza di situazioni di congestione. La piattaforma ITS del progetto LIST-PORT, in funzione dei dati di input di traffico rilevati in tempo reale provenienti dal sistema di monitoraggio del traffico veicolare e della elaborazione successiva attraverso il modello simulativo-previsionale trasporti-rumore, è in grado di gestire in forma automatica, integrata e simultanea i messaggi e le informazioni di info-mobilità da inviare agli utenti (automobilisti). I messaggi inoltrati, in funzione del sistema con il quale vengono inoltrati o processati sono di due tipologie:

- **di prossimità** attraverso pannelli a messaggio variabile (PMV) posti lungo gli itinerari che conducono al porto e quelli che invece consentono l'uscita dallo stesso verso le destinazioni finale;
- **di informazione-pianificazione del viaggio** attraverso APP da installare sui dispositivi mobili (smarphone, tablet, o altri device mobili collegati alla rete internet),

che permettono, prima dell'inizio del viaggio o comunque prima dell'immissione del veicolo nella rete stradale cittadina che conduce al nodo portuale, di conoscere lo stato di congestione degli itinerari, il livello di emissione acustica con l'indicazione di eventuali criticità. Ciò al fine di pianificare in modo consapevole il viaggio e gli itinerari possibili,

Entrambi i sistemi hanno la funzione di far modificare gli itinerari degli utenti diretti alle porte di accesso al porto e di quelli in uscita da esso, oltre che generare informazioni ed definire itinerari alternativi per gli utenti in transito sulla viabilità del waterfront portuale con il fine di ridurre l'impatto acustico attraverso una ridistribuzione sulla rete stradale del traffico veicolare.

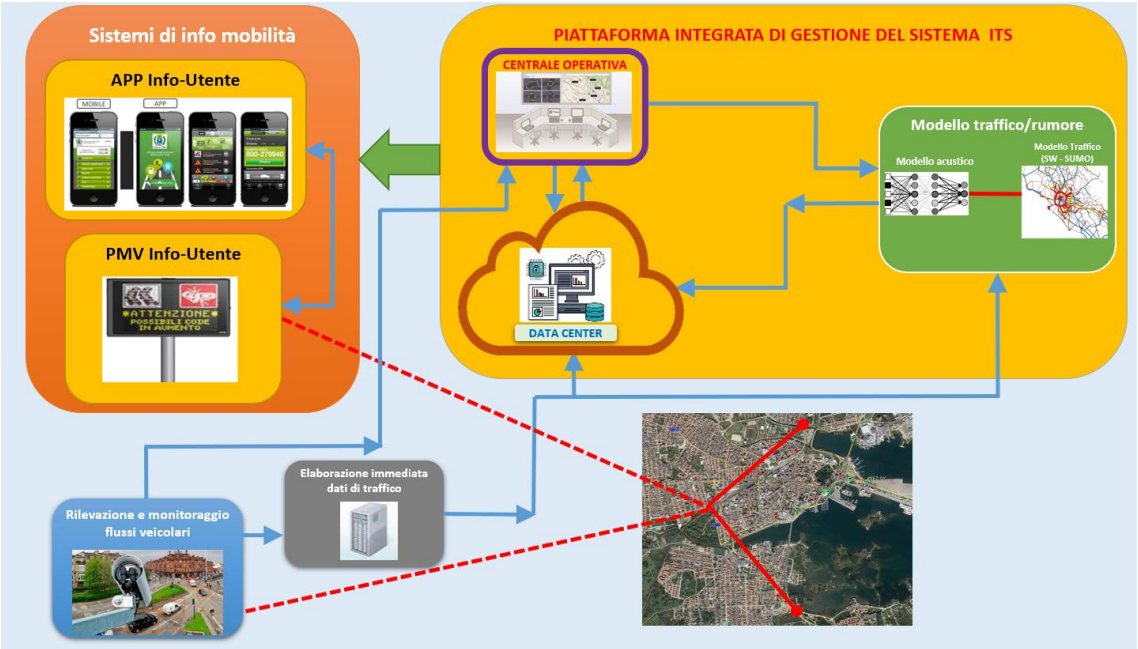

Figura 1: L'architettura del sistema ITS LIST-PORT

Nella Figura 1 è rappresentata l'architettura del sistema ITS LIST-PORT, in cui è schematizzata la dinamica del flusso di informazioni dell'interno del sistema.
Con l'azione di valutazione ex post, attraverso una campagna di monitoraggio simultaneo traffico/rumore, viene misurata l'entità della diminuzione di traffico e di pressione sonora a seguito dell'introduzione del sistema ITS LIST-PORT. I beneficiari finali saranno i residenti ed i visitatori nelle città portuali, mentre quelli di secondo livello saranno gli operatori portuali che potranno contare su una gestione ottimale degli accessi al porto e di una più efficace gestione del traffico interno. Il progetto, nello spirito dei programmi Interreg IT-FR, si fonda su un approccio transfrontaliero, dove i risultati ottenuti nelle sperimentazioni nelle quattro città pilota, verranno valutati e confrontati rispetto alle diverse conformazioni urbane, orografiche e territoriali, per definire una standardizzazione metodologica e modellistica e la loro successiva replicabilità in altri contesti portuali. Il progetto è innovativo sia sui contenuti che sul metodo: sui contenuti, perché si affronta il tema della gestione del traffico mediante sistemi ITS integrati e connessi fra loro; sul metodo, in quanto tale problematica viene affrontata congiuntamente per l'ambito sia portuale che urbano

Con LIST-PORT si è cercato di perseguire alcuni degli obiettivi previsti nella direttiva 2002/49/CE, tra i quali: la condivisione di una politica integrata e sinergica di azioni volte alla riduzione dell'inquinamento acustico ed allo sviluppo di buone pratiche in grado di definire un approccio metodologico standardizzato per le diverse città portuali; la definizione di un percorso progettuale che si presti alla scalabilità e replicabilità in altri contesti urbani portuali. Il progetto ha inoltre permesso di perseguire gli obiettivi di: sviluppo di processi di informazione dell'opinione pubblica e del personale portuale sull'entità del rumore ambientale e sui relativi effetti; l'avvio di strategie comuni di lungo periodo finalizzate alla riduzione del numero di cittadini esposti ad elevati valori di rumorosità ambientale. In questo senso aver affrontato il problema attraverso un confronto transfrontaliero tra diverse città portuali europee, ha permesso di definire quella varietà di esperienze e risultati, che sono frutto di una valutazione dell'insieme di criticità appartenenti alle singole città pilota portuali. Con la sperimentazione del modello nelle 4 città portuali esaminate (Olbia, Bastia, Vado Ligure, Piombino), differenti per conformazione, traffico, viabilità, orografia, assetto urbano, è stato possibile definire un processo di generalizzazione che permetterà la replicabilità in altri contesti portuali. Punto di forza dell'approccio è stata la cooperazione transfrontaliera tra i partner di progetto ed il confronto tra diverse città portuali europee. Lo scambio di esperienze su ambiti e contesti urbani/territoriali diversi è stato analizzato anche in funzione della diversa declinazione della normativa europea nei diversi stati e regioni e delle differenti normative e regolamentazioni che si registrano a livello locale, provinciale e regionale, con limiti e classi di rumore spesso molto più articolati rispetto a quelli delle leggi nazionali. Inoltre la diversificazione dei partner ha permesso di definire quella varietà di esperienze e risultati, che consistono nella valutazione dell'insieme delle singole criticità locali volte alla definizione delle azioni di sistema necessarie per affrontare il problema dell'inquinamento acustico/atmosferico nella sua interezza. Affrontare il problema solo a livello locale non avrebbe garantito una sufficiente casistica, necessaria per poter standardizzare il processo e la metodologia di applicazione del modello; inoltre non avrebbe garantito, nella fase di sperimentazione, quella sufficiente gamma di informazioni necessarie per poter validare il modello e renderlo scalabile e replicabile in altre realtà.
Nei successivi paragrafi verranno illustrate brevemente le attività ed i risultati sviluppati all'interno del progetto.

2.1 Il sistema ITS LIST-PORT - Descrizione generale -

Le tecnologie dei sistemi intelligenti di trasporto (ITS) sono strumenti fondamentali per la pianificazione della mobilità urbana e coadiuvano le pubbliche autorità (PA) nel conseguimento dei loro obiettivi strategici e nella gestione delle concrete operazioni di gestione del traffico, soprattutto nell'affrontare le dirette problematiche che il traffico determina sul benessere e sull'inquinamento ambientale. Tali sistemi costituiscono inoltre un ausilio per gli utilizzatori finali, consentendo loro di operare scelte consapevoli in materia di mobilità come l'ottimizzazione dell'uso dell'infrastruttura esistente mediante una serie di mezzi, quali segnali stradali, sistemi di pianificazione degli itinerari o sistemi cooperativi (compresi i sistemi di comunicazione da veicolo a veicolo e da veicolo a

infrastruttura). L'integrazione di questi strumenti secondo una logica sistemica garantisce una migliore gestione delle reti stradali e del trasporto pubblico oltre a facilitare l'attuazione di regimi integrati di logistica urbana e di accesso regolamentato, soprattutto se finalizzato alla riduzione della pressione dell'inquinamento ambientale ed acustico nei confronti delle città, in particolare per quelle dove la presenza dei nodi portuali accentua l'attrazione di traffico sia leggero che pesante.

Definito il contesto, i sistemi ITS previsti nella componente nel progetto LIST-PORT, sono stati sviluppati secondo un processo ed una architettura dei sistemi tali da poterli facilmente implementare ed utilizzare anche dopo la conclusione del progetto. Uno degli aspetti che li caratterizza è proprio la loro funzionalità ed autonomia gestionale che permane oltre la conclusione del progetto; infatti terminata la fase di sperimentazione del sistema, la gestione e le successive implementazioni saranno a carico delle PA partner beneficiarie del progetto (Città e Autorità Portuali di Olbia, Vado Ligure, Piombino e Bastia), che, vista l'attività formativa prevista, saranno in grado di gestire autonomamente il sistema.

Al termine della installazione ed implementazione dei sistemi nelle quattro città portuali pilota è stata prevista una fase di sperimentazione del sistema, con ulteriori rilevazioni acustiche coordinate con quelle di traffico necessarie per valutare l'efficacia e la risposta dei sistemi ITS agli obiettivi del progetto, oltre a valutare i livelli di usabilità del sistema da parte degli operatori della PA addetti alla gestione, e degli utenti che viceversa lo utilizzano (utenti attratti e generati dal nodo portuale).

I moduli del sistema ITS LIST-PORT sono stati concepiti nel rispetto della Direttiva 2010/40/UE riguardante il quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e sue interfacce con altri modi di trasporto, del Regolamento delegato n. 886/2013. In particolare nel rispetto delle indicazioni che stabiliscono le specifiche atte ad assicurare la compatibilità, interoperabilità e continuità nell'attivazione e nell'operatività dei dati e delle procedure per la comunicazione gratuita agli utenti, di informazioni minime universali sulla viabilità connesse alla sicurezza stradale. Si è operato inoltre nel rispetto della direttiva 2003/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico finalizzate alla diffusione gratuita e semplice delle informazioni o dati in possesso degli enti pubblici.

I sistemi sviluppati potranno successivamente essere ulteriormente potenziati e migliorati grazie all'architettura "aperta" del sistema e per la configurazione della piattaforma, la quale è stata realizzata in modo da poter interoperare con altri sistemi ITS, o più in generale utilizzare ulteriori dati e rilevazioni sulla mobilità di persone, di veicoli privati e di sistemi di trasporto pubblico provenienti da altri sistemi. In questo senso potrebbe ampliarsi la gamma dei servizi offerti e la platea dei potenziali utenti/utilizzatori beneficiari finali rispetto a quelli specifici coinvolti durante lo sviluppo e la sperimentazione del progetto. Il sistema è inoltre facilmente scalabile su diverse realtà territoriali che siano poste al di fuori dell'area di cooperazione, oltreché disporre di una architettura aperta, espandile, e soprattutto sviluppata per elaborare dati e informazioni "open" provenienti da diverse stazioni della PA, come da quelle di altri sistemi ITS strutturati secondo una architettura aperta e che utilizzano gli open data

Il sistema integrato ITS LIST-PORT garantisce la replicabilità e scalabilità in altri contesti che siano esterni a quelli di progetto, perché rispetta i seguenti requisiti e principi:

a) fornisce supporto ai problemi del trasporto stradale, quali la congestione del traffico, le emissioni inquinanti, ed indirettamente all'efficienza energetica e alla sicurezza degli utenti della strada;
b) assicura l'interoperabilità; infatti i sistemi di gestione e funzionamento garantiscono la capacità di condivisione delle informazioni e dati per essere facilmente implementabili, integrabili, espandibili e scalabili in altre realtà differenti senza particolari difficoltà, se non quelle legate alle implementazioni delle specifiche informazioni che caratterizzano il contesto nel quale viene applicato. (dati informativi e descrittivi del sistema trasportistico, e scenari di riassetto dello stesso sistema in funzione alle criticità rilevate);
c) promuove, attraverso i sistemi ITS di LIST PORT, la parità di accesso alle informazioni e la non discriminazione nei confronti delle categorie deboli e svantaggiate,
d) offre dei livelli di qualità e diffusione dei servizi elevato, perché è facilmente implementabile e scalabile per essere in grado di tener conto delle specificità locali, regionali e nazionali;
e) è concepito per essere integrabile con altre tecnologie già disponibili nelle reti e nei sistemi ITS esistenti;
f) garantisce la retro-compatibilità delle soluzioni adottate, ed assicura la capacita di operare con i sistemi ITS esistenti e che abbiano finalità comuni o simili.

Unitamente a tali criteri per conseguire l'efficienza, la razionalizzazione e l'economicità di impiego, i prodotti di base del sistema LIST-PORT sono stati creati per essere messi a disposizione anche delle PA esterne all'area di cooperazione. Per conseguire tali finalità il progetto risponde alle seguenti linee di azione:

a) alla esplicazione dettagliata dell'architettura e degli elementi indispensabili per sviluppare, ampliare, manutenere e gestire la piattaforma.
b) alla disponibilità libera dei modelli di riferimento e degli standard tecnici di progettazione del sistema, allo scopo di favorire e conseguire l'interoperabilità e la coerenza del sistema ITS LIST-PORT con quelli disponibili negli Stati transfrontalieri e con gli analoghi sistemi in ambito comunitario;
c) alla disponibilità di Database per l'alimentazione del sistema ITS List Port interoperabili e facilmente accessibili secondo gli standard europei dell'open data
d) alla versatilità dell'architettura del sistema capace in futuro di alimentarsi con dati provenienti da geolocalizzazioni dei veicoli del sistema satellitare EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) e GALILEO per i servizi di navigazione satellitare di supporto al trasporto delle persone e delle merci.

Occorre inoltre evidenziare come la formazione all'utilizzo del sistema ITS LIST PORT rivolta agli operatori della PA, sia essa stessa garanzia della sostenibilità nel tempo dei risultati della componente, in quanto il sistema nasce come progetto sperimentale pilota, ma vuole essere la prima azione finalizzata al suo successivo sviluppo ed implementazione, sia nel numero di apparecchiature e sistemi installati sia sulla successiva interoperabilità con altri sistemi ITS di gestione del traffico come i varchi di accesso portuali.

Il sistema

2.1.1 Sistema ITS con PMV e apparti per il monitoraggio del traffico

Il progetto ha permesso di realizzare un sistema di ITS che prevede il monitoraggio dei livelli di traffico nelle principali arterie viarie di accesso ed uscita dai porti della città pilota al fine di definire un modello virtuale in grado di simulare nuovi scenari di assetto della rete, capaci di ridurre il carico veicolare e quindi ridurre l'impatto da rumore da essi generato. Attraverso il Sistema TMacs - come Piattaforma Software per la gestione del traffico e della mobilità nelle città portuali- è possibile avere una rappresentazione dell'asse stradale interessata dal traffico, raccogliere le informazioni provenienti da tutti i sistemi; elaborare i dati con lo stato del traffico; rilevare eventuali criticità e elaborare dei scenari da attuare in presenza di determinate condizioni.
Il Sistema ITS consente la centralizzazione mediante il Sistema TMacs per l'acquisizione delle informazioni rilevate dalle stazioni monitoraggio traffico su strada e l'invio di messaggi per l'infomobilità al cittadino su pannelli a messaggi variabili per limitare il traffico e consigliare percorsi alternativi in presenza di code nell'ambito portuale e urbano di Piombino.
In particolare, l'architettura del sistema ITS è stata realizzata attraverso le seguenti componenti:

- sistema di videocamere per il monitoraggio dei parametri caratteristici e la classificazione dei flussi di traffico, costituito da n° 4 postazioni di rilievo sulle sezioni stradali ritenute più rilevanti;
- n° 2 PMV grafici e del sistema di gestione in remoto in grado di fornire informazioni in base alle condizioni di traffico a campo rilevate dal sistema di videocamere fornito;
- Unità di elaborazione per il collegamento con le telecamere ed i PMV;
- Sistema di comunicazione con apparati per la connettività al sistema centrale;
- Cartelli ed etichette di segnalazione di area monitorata/videosorvegliata.

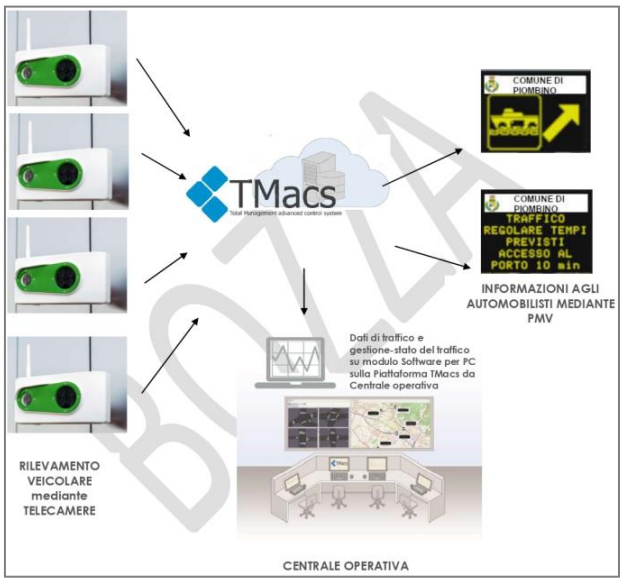

Figura 2 – Architettura del sistema (es. Piombino)

Figura 3 Posizionamento telecamere (es. Piombino)

Figura 4 Modelo telecamera(es. Piombino)

Figura 5 T.1 Viale Dalla Chiesa (es. Piombino)

Figura 6 T.2 Viale Unità d'Italia (es. Piombino)

Figura 7 T.3 Viale Unità d'Italia (es. Piombino)

Figura 8 T.4 Viale Unità d'Italia (es. Piombino)

La Piattaforma TMacs, consiste in un vero e proprio Sistema ITS modulare che permette di monitorare, gestire e far interagire tra loro le tipologie di dispositivi diversi. Inoltre, Il software server svolge due macro funzioni:

- l'interfacciamento tra Server e unità di campo (Stazioni di Monitoraggio Traffico, Regolatori semaforici, PMV, Sottopassi, ecc.)
- l'interfacciamento tra Server e postazioni Utente (client)

Il caricamento dei messaggi visualizzati sui due PMV installati in due diverse postazioni, avviene in modo automatico attraverso diverse modalità come il palinsesto, la situazione di traffico identificata con uno scenario (rilevato da stazioni monitoraggio, sistema conteggio parcheggi, il sistema tempi di percorrenza e impianti semaforici) oppure scelto (messaggi di default) o creato manualmente da operatore abilitato. Attraverso la componente TMACS-Visual della piattaforma, si possono visualizzare in simultanea i PMV e per ciascun PMV è possibile visualizzare il messaggio su strada, eventuali problemi di diagnostica e problemi di comunicazione al fine di consentire all'utente (automobilista) di non utilizzare le aree problematiche o seggette a congestione. Tra le altre funzionalità, la piattaforma mediante la componente Macs Analysis, consente la visualizzazione dei dati traffico, il monitoraggio real-time e i dati storici e fornisce analisi ed elaborazioni relative alla mobilità, con lo scopo di conoscere le caratteristiche del traffico nella viabilità monitorata e studiare soluzioni migliori per la mobilità nell'ambito portuale ed urbano. Infine, attraverso l'utilizzo del protocollo di comunicazione DATEX II promosso dalla Unione Europea e convertito in standard dal CEN, sarà possibile l'interscambio dei dati tra il Sistema Centrale costituito dalla Piattaforma TMACS e il mondo esterno offrendo ai cittadini e operatori portuali una gestione ottimale degli accessi al porto e una più efficace gestione del traffico interno nell'area portuale delle città portuali pilota.

Figura 9: Posizionamenti dei due PMV (es. Piombino)

Figura 10 Foto-inserimento PMV in Viale Margerita (es. Piombino)

Figura 11: Foto inserimento PMV in S.P. della Principessa (es. Piombino)

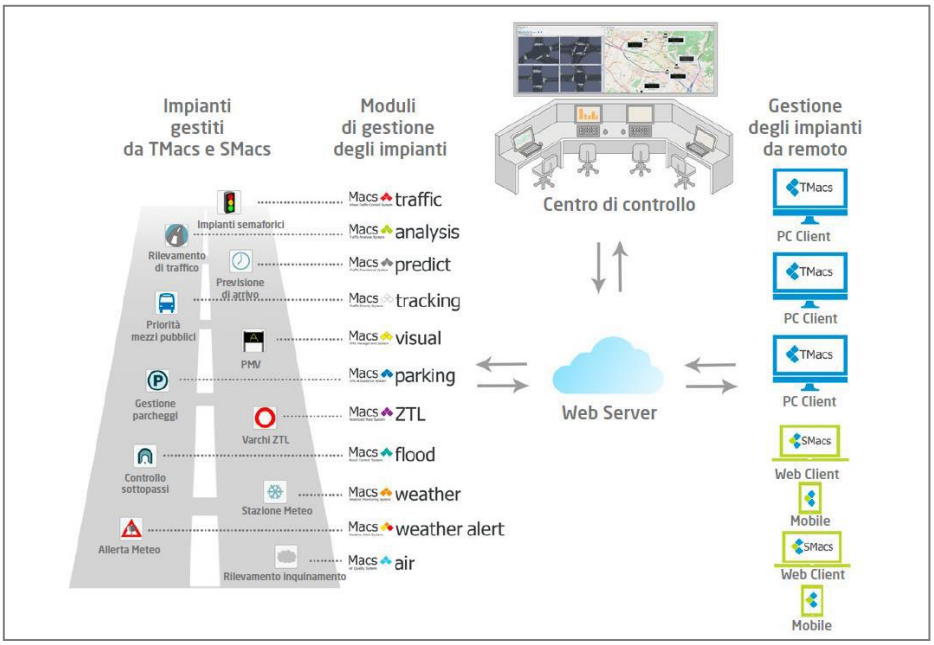

Figura 12: Piattaforma TMacs

2.1.2 Sistema ITS List Port con l'ausilio di APP

Il requisito fondamentale della App di LIST Port è quello di fornire agli utenti informazioni che consentano una riduzione della congestione stradale e dell'inquinamento acustico sui percorsi di accesso o deflusso nelle aree portuali delle città di LIST Port: Vado Ligure, Piombino, Olbia e Bastia.

La app è una piattaforma per l'erogazione di servizi: consente l'integrazione cloud-based di servizi e sistemi informativi locali, la fornitura di servizi di localizzazione, e infine è compatibile con numerosi standard di dati.

Le tipologie di servizi forniti dalla app sono: informazioni di mobilità, pianificazione degli spostamenti, e, laddove possibile, agevolerà le prenotazioni dei vettori marittimi. La app infine consente agli utenti di lasciare un feedback. La struttura generale della app è mostrata nel dettaglio in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

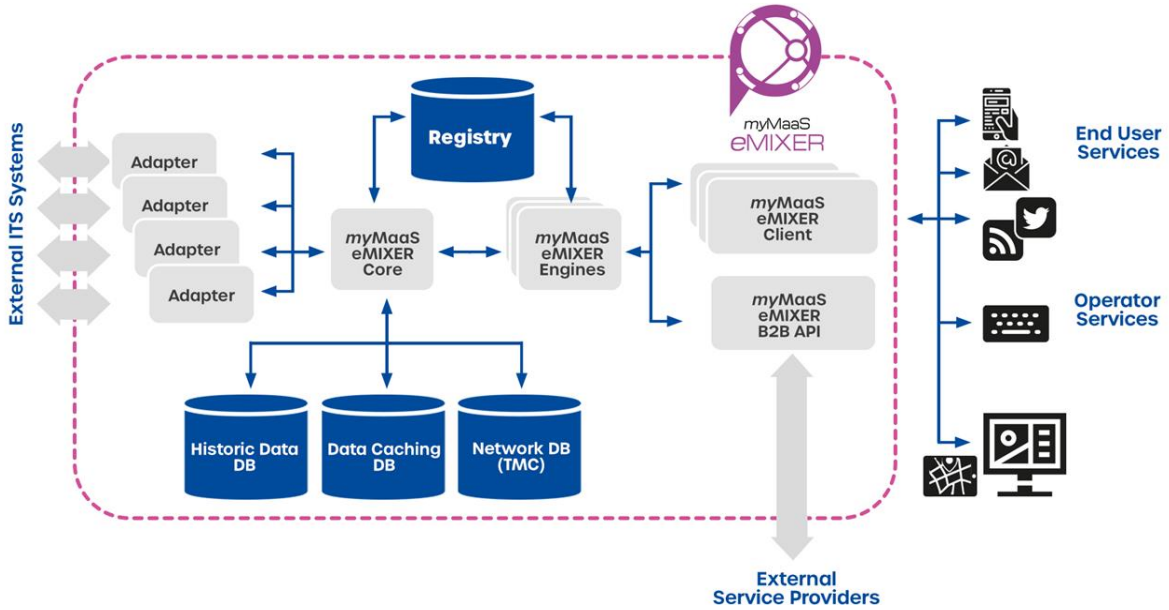

Figura 13 Struttura generale della app.

La app è uno strumento complementare ai PMV, sistemi di segnaletica e instradamento realizzati su strada. In particolare i PMV forniscono indicazioni di prossimità, mentre la app fornisce informazioni non solo on-trip ma anche pre-trip, ossia consente di organizzare l'itinerario da e per il porto.

La principale sorgente dei dati necessari per la app è costituita dalla centrale del sistema ITS List-Port che gestisce tutte le informazioni rilevati con i sistemi di monitoraggio del traffico e permette la gestione dei PMV. La App permette di essere connessa ad altre sorgenti di informazioni che riguardano: sistemi o servizi digitali locali, diversi in ciascuno dei quattro scenari di studio; servizi accessibili su internet, come ad esempio gli orari di arrivi e partenze dei traghetti.

Le strategie di instradamento sono calcolate dalla centrale del sistema ITS List Port e sono il risultato della valutazione sia dei flussi veicolari misurati dalle telecamere, sia dell'inquinamento acustico, stimato a partire dai dati di traffico mediante il modello CNOSSOS-EU, stabilito dalla normativa vigente sull'inquinamento acustico.

L'integrazione della App con il sistema ITS dei PMV è mostrata in Figura 14.

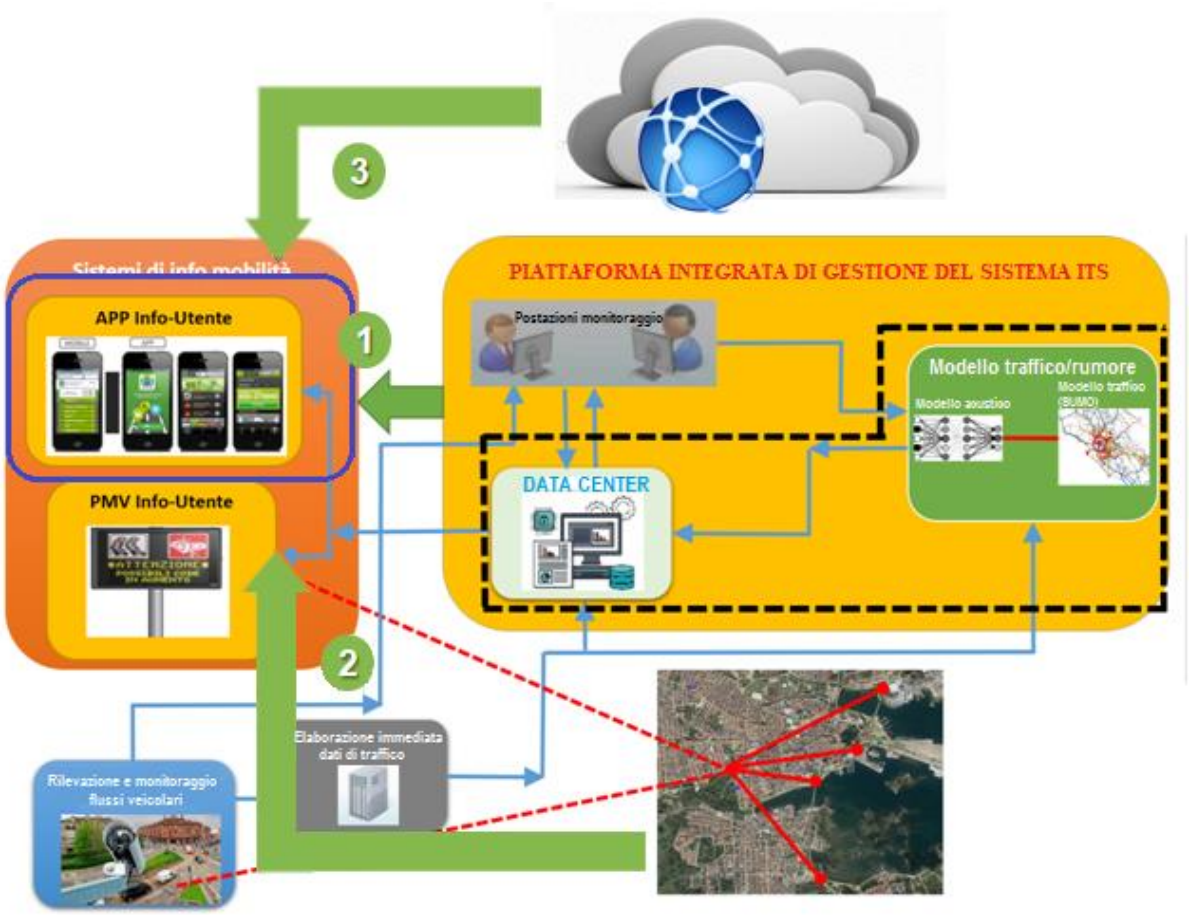

Figura 14: Integrazione della app con il sistema ITS dei PMV

Per ciascuna città-porto, la app fornisce i seguenti servizi: indicazioni sintetiche relative ai percorsi da e verso il porto; informazioni dettagliate sui percorsi, che sono visualizzati su mappa; se disponibili, le immagini rilevate dalle telecamere nelle aree del porto e dai sistemi di monitoraggio del traffico con telecamere o spire di LIST Port; collegamento con i siti web delle compagnie di navigazione presenti in ciascun porto. Tra le indicazioni rapide, sarà possibile visualizzare le informazioni fornite dai PMV installati nel progetto. Un esempio di informazioni sui percorsi nello scenario di Vado Ligure è mostrato in fig. 1.3: la app mostrerà l'itinerario migliore sulla mappa, ma fornirà anche informazioni "solo testo" sull'itinerario.

2.1.3 Piattaforma di interfacciamento dei sistemi PMV, monitoraggio traffico e APP

La "piattaforma software/applicativo", in lingua italiana e francese, consente di mettere in comunicazione il sistema di INFO-Mobilità con postazioni a messaggio variabile (PMV) e monitoraggio del traffico e la APP List Port, attraverso l'invio di "input" di instradamento dei veicoli in funzione di livelli-soglia di pressione acustica valutati attraverso l'implementazione dell'applicazione del modello Harmonoise o della metodologia CNOSSOS-EU. Entrambi i sistemi da interfacciare sono destinati all'instradamento dei

veicoli diretti in uscita dal porto delle città portuali pilota di Olbia, Bastia, Vado Ligure e Piombino.

2.1.3.1 Descrizione della piattaforma

La "piattaforma o software/applicativo" consente di mettere in comunicazione la APP (cfr. 2.1.2) e il sistema di INFO-Mobilità con PMV (cfr. 2.1.1), attraverso l'invio di "input" ai due sistemi quando il livello di emissione di rumore generato dal traffico supera una certa soglia. Gli input, consistenti nell'invio di informazioni sul superamento delle soglie critiche di emissione sonora, attivano gli scenari di traffico (prestabiliti e definiti per le singole città portuali Pilota (Bastia, Olbia, vado Ligure e Piombino) sia ai PMV (informazioni di prossimità) sia alla App (pianificazione del viaggio). Il modulo di valutazione delle emissioni acustiche, in funzione dei dati di traffico rilevati con le telecamere o radar recorder dovrà elaborare tali dati di traffico e valutare, oltre al livello di congestione stradale, il livello di emissione sonora da esso generato.

La "piattaforma software/applicativo" è integrata con un sottomodulo per la determinazione delle emissioni acustiche da traffico veicolare. La piattaforma applicativo inoltre basa le strategie di indirizzamento degli utenti non solo sulle attuali condizioni di congestione ma anche sulle emissioni acustiche che i livelli di traffico determinano. In particolare, per la determinazione degli scenari di instradamento, le emissioni acustiche da traffico veicolare vengono confrontate con i valori limite stabiliti dalla normativa. Al superamento dei valori limite, i veicoli verranno opportunamente indirizzati verso itinerari alternativi.

Per la determinazione delle emissioni acustiche sono stati utilizzati i descrittori acustici L_{den}, L_{day}, $L_{evening}$ e L_{night} definiti nella *EnvironmentalNoise Directive* (Direttiva 2002/49/CE), e, per quanto riguarda l'Italia, nel D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194 (aggiornato dal D.Lgs. 42/2017), e della specifica normativa francese nel caso della città Portuale Pilota di Bastia. Per l'Italia, sono stati fissati i soli valori limite per L_{day} e L_{night}; tali valori limite sono riportati nel DPCM 14/11/1997.

Sono considerate le sole emissioni acustiche e non anche le immissioni acustiche.

Il calcolo delle emissioni acustiche è stato sviluppato mediante un'applicazione del modello Harmonoise e della metodologia CNOSSOS-EU (stabilita dalla normativa).

Il modello Harmonoise utilizzato è descritto nel dettaglio nel rapporto: Nota R., Barelds R., Van Maercke D., 2005. *Harmonoise WP 3 Engineering method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning*. Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20.Harmonoise project consortium Editions, Brussels.

La metodologia CNOSSOS-EU è descritta nel dettaglio nella Direttiva europea n°996 del 2015: Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione, del 19 maggio 2015.

I dati di traffico, in particolare i flussi veicolari distinti per tipologie e per velocità dei veicoli, necessari per il calcolo delle emissioni acustiche, sono forniti dal sistema di monitoraggio del traffico con telecamere, radar recorder laser o spire, previsto nel sistema di Info-Mobilità con PMV, ed a cui la "piattaforma software/applicativo" si interfaccia.

Considerato che il modello Harmonoise e la metodologia CNOSSOS-EU richiedono un numero molto elevato di dati di input, ben maggiori di quelli forniti dalle telecamere sono state apportate le opportune semplificazioni alla metodologia di calcolo.
La "piattaforma software/applicativo", implementa al suo interno il modello per la determinazione delle emissione acustiche da traffico, si integrata sia con la App LIST Port, sia con il sistema di Info-Mobilità con PMV e con sistema di monitoraggio del traffico. Tale "piattaforma software/applicativo" estende la App LIST-PORT, sviluppata univocamente, alle 4 città portuali pilota e con 4 i sistemi di Info-Mobilità con PMV (comprensivi questi ultimi anche del sistema di monitoraggio del traffico). Il sistema è stato realizzato per:

a) implementare un modulo software/applicativo che codifichi in un modello eseguibile le funzionalità di stima delle emissioni acustiche secondo il modello Harmonoise;
b) integrare il modulo di stima delle emissioni acustiche nel sistema di back-end della App LIST Port (piattaforma myMaaSemiXer);
c) integrare nel back-end della App LIST Port (piattaforma myMaaSemiXer) delle funzionalità software necessarie all'estensione dei criteri decisionali di indirizzamento dei flussi veicolari utilizzando le previsioni del modulo di stima delle emissioni acustiche.
d) Integrare nel back-end del sistema Info-Mobilità con PMV LIST Port (piattaforma myMaaSemiXer) le funzionalità software necessarie all'estensione dei criteri decisionali di indirizzamento dei flussi veicolari utilizzando le previsioni del modulo di stima delle emissioni acustiche.

I criteri e le strategie di indirizzamento dei flussi sulla base delle condizioni di congestione e delle emissioni acustiche da applicare nelle città-porto pilota sono quelle definite nell'OUTPUT T2.2 e sono state implementate e integrate nell'applicazione del modello decisionale in maniera coerente con tali criteri e strategie.

3. I RISULTATI E GLI OUTPUT DEL PROGETTO

3.1 Il modulo del sistema ITS con PMV

Il modulo del sistema integrato di infomobilità LIST-PORT basata sui pannelli a messaggio variabile, finalizzato alla riduzione dell'impatto acustico determinato dal traffico generato/attratto dal porto, è composto da un sistema di monitoraggio del traffico (con telecamere o radar recorder), da pannelli a messaggio variabile (PMV) per l'informazione agli utenti stradali, oltre al sistema di gestione delle apparecchiature.
Il sistema, come detto, consente il monitoraggio dei livelli di traffico nelle principali arterie stradali di accesso ed uscita dei Porti della Città Pilota al fine di definire un modello virtuale in grado di simulare nuovi scenari di assetto della rete capaci di ridurre il carico veicolare e quindi ridurre l'impatto da rumore da essi generato.
Nelle città sono stati realizzate ed implementate delle Piattaforme Software per la gestione del traffico e della mobilità con l'obiettivo di ridurre l'impatto da rumore da traffico veicolare generato e attratto dal porto. Tali sistemi consentono:

- una rappresentazione dell'asse stradale su modulo Mappa dedicato, integrato su Sistema software di gestione;

- implementazioni successive delle informazioni provenienti da tutti i sistemi, in quanto il Sistema TMacs è modulare e scalabile;
- l'elaborazione di tutti i dati con lo stato del traffico
- rilevamento di eventuali criticità sulla rete stradale monitorata;
- elaborazione di scenari attuati in presenza di determinate condizioni di traffico (elevati livelli di rumore/traffico).

Il modulo del sistema ITS con PMV installato su ogni città portuale pilota è composto dai seguenti moduli:

- **Sistema di monitoraggio del traffico (videocamere o sistemi radar recorder)** per valutare i parametri caratteristici e la classificazione dei flussi di traffico,
- **N° 2 PMV grafici per ogni città Pilota,** e del sistema di gestione in remoto delle apparecchiature, posizionati nei punti strategici della rete di accesso/egresso dal Porto;
- Unità di elaborazione per il collegamento dei sistemi di monitoraggio del traffico con i PMV;
- Sistema di comunicazione con apparati per la connettività al sistema centrale;

3.1.1 Funzionamento del Sistema Centrale di Controllo e del Sistema di comunicazione

Il Sistema possiede un modulo centrale che permette l'acquisizione delle informazioni rilevate dalle stazioni di monitoraggio traffico su strada e l'invio di messaggi per l'infomobilità al cittadino su pannelli a messaggi variabili per limitare il traffico e consigliare percorsi alternativi quando nella rete stradale sono presenti accodamenti o situazioni di congestione.

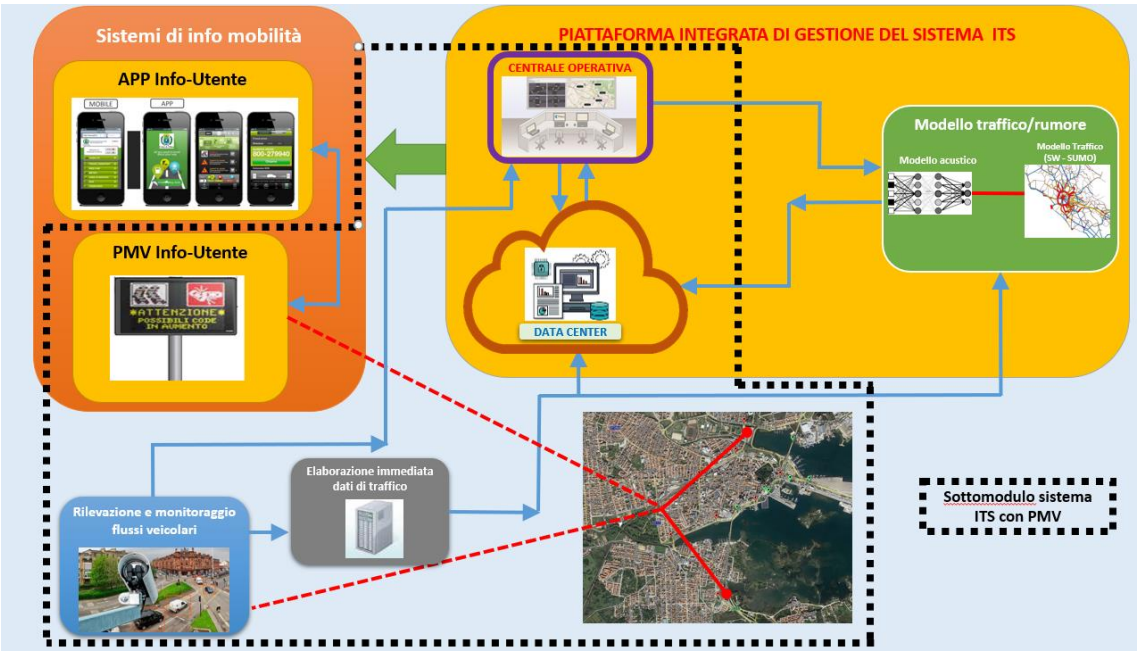

Figura 15: Schema funzionale del modulo sistema ITS con PMV e rilevatori di traffico

Nello specifico il sistema è costituito da apparecchiature integrate per l'acquisizione, elaborazione e distribuzione di informazioni sulla mobilità ed in particolare sullo stato del

traffico, e su informazioni all'utente finalizzate alla razionalizzazione del traffico stesso attraverso l'invio di messaggi ai PMV, ed alla APP che verrà descritta nel successivo paragrafo 3. Le informazioni inviate indicano itinerari alternativi e/o suggerimenti di orario per l'inizio del viaggio, finalizzati a ridurre la congestione e quindi l'impatto da rumore generato dal traffico nella viabilità di accesso/egresso dal porto.

Il sistema integrato ITS LIST PORT è lo strumento principale per la gestione del traffico e della mobilità nella città con l'obiettivo di ridurre l'impatto da rumore da traffico veicolare generato e attratto dal porto. Attorno ad esso si costituirà infatti una sala di controllo capace di:

1. Operare su una rappresentazione unitaria del grafo stradale e della relativa restituzione cartografica;
2. Centralizzare le informazioni provenienti da tutti i sistemi che a vario titolo governano parti del sistema globale della mobilità (come i rilevatori di traffico), pubblica e privata, comprese anche successive implementazioni quali quelle di rilevamento della qualità dell'aria;
3. Elaborare tali informazioni in tempo reale a differenti scopi:
   a) Ottenere un quadro sintetico dello stato del traffico;
   b) Identificare con il massimo preavviso situazioni di eventuale criticità e fronteggiarle in modo adeguato;
   c) Sintetizzare informazioni utili al governo del sistema di mobilità e ad ottimizzare l'uso delle risorse da parte dell'utente. Inviare le stesse ai cittadini o a particolari classi di essi sfruttando la grande varietà di canali di distribuzione delle informazioni impiegabili (sito internet, APP, Social network, PMV, ecc);
   d) Elaborare strategie di governo di singoli sottosistemi (ad esempio set point per i sistemi UTC, messaggistica, ecc.) in relazione all'occorrenza di determinati pattern del traffico;
4. Routing dinamico con istradamento dei flussi sugli itinerari più appropriati mediante invio di informazioni (ciò anche, come caso particolare, per quanto riguarda l'istradamento verso i parcheggi o verso aree cuscinetto, in attesa di accesso al porto);
5. Processare i dati acquisiti e quelli elaborati in tempo reale al fine di:
   a) Costituire un data repository di tutte le misure di traffico confrontabili tra di loro e riferite ad un grafo unitario;
   b) Catalogare situazioni caratteristiche di traffico e le relative azioni correttive adottate a livello di regolazione e di informazione;
   c) Elaborare a fini statistici (nei termini di ingegneria del traffico) i dati;
   d) Interfacciare il mondo della "pianificazione della mobilità", e cioè fornire dati e loro elaborazioni statistiche ai modelli di simulazione esistenti (in particolare con il modello di simulazione del traffico open source Sumo sviluppato all'interno del progetto LIST-PORT).

Dal punto di vista funzionale il sistema verrà descritto specificamente nei paragrafi successivi.

Il sistema è integrato con la APP info-mobilità, e può essere connesso ad ulteriori sistemi quali i web information. Il sistema inoltre verrà interfacciato con il modulo previsionale

traffico-rumore (Cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) che ha il c ompito di valutare, sulla base dei dati di traffico rilevati in tempo reale, i livelli di emissione acustica su alcuni punti singolari e sensibili della rete stradale, rispetto ai quali, una volta superati quelli limite, comunica al sistema ITS i nuovi scenari di rete (stringhe di testo di informazione all'utente) e di razionalizzazione del traffico, veicolati agli utenti della strada attraverso messaggi sui PMV e APP. Possono inoltre essere trasmessi ulteriori sistemi di informazione all'utente come la messaggistica su canali social, finalizzati alla riduzione del traffico e dell'impatto da rumore da essi generato. I messaggi e le informazioni da veicolare attraverso i PMV e la APP sono preventivamente costruiti sulla base di una serie di scenari sviluppati attraverso delle simulazioni sulla rete di trasporto, a partire dai dati di traffico istantanei, definiti dal modello messo a punto dai Partner del progetto ListPort. Tramite il sistema di info-mobilità ITS List Port sarà sperimentata la gestione integrata del traffico generato/attratto dal nodo portuale delle città Pilota di Piombino, finalizzata alla riduzione dell'inquinamento acustico.

Il sistema ITS con PMV e sistemi di monitoraggio del traffico si compone di:

1. Postazioni di monitoraggio del traffico con videocamere o sistemi a spire, in grado di individuare la classe dei veicoli, la loro velocità di transito ed altri parametri caratteristici nelle sezioni di interesse;
2. **n° 2 PMV**, in grado di veicolare messaggi di info-mobilità definiti sulla base dei flussi veicolari;
3. il sistema hardware e software di gestione del sistema;
4. Piattaforma/Modulo che consente di interfacciare il sistema con la APP o di interfacciamento con altri eventuali sistemi di *infotainment* di cui vengono dotati i veicoli stradali di recente costruzione e che potrebbero essere implementati in futuro;

Il sistema possiede requisiti funzionali che utilizzano di standard tecnologici ampiamente noti che possano poi essere successivamente diffusi con il minor numero di vincoli tecnologici e contrattuali, oltre a consentire la rappresentazione geografica dei dati e l'export verso applicazioni esterne per tener conto dell'interfacciabilità ed interoperabilità con le applicazioni già in dotazione con le città/enti/istituzioni coinvolte nel progetto (Autorità portuali, Enti di gestione della viabilità, compagnie di navigazione, ecc).

3.1.2 Architettura e funzionamento del modulo di gestione dei PMV e dei sistemi di monitoraggio del traffico

Il Software di gestione **dei PMV e del sistema di Monitoraggio del traffico LIST-PORT**, è una Piattaforma di tipo **ITS** la quale attraverso un'interfaccia unica permette il controllo e la gestione dei dispositivi su strada centralizzati. La Piattaforma è **modulare, scalabile, flessibile,** adatta per qualsiasi complessità d'impianto **e open-data**. La piattaforma permette di ricevere i dati acquisiti dalle stazioni monitoraggio traffico in tempo reale e inviare i messaggi ai PMV. Il Sistema è in grado di gestire l'apparato del traffico con un'interfaccia **user-friendly** e di facile utilizzo. Il Software di gestione permette la gestione da remoto dei PMV e degli apparati per la rilevazione dei parametri caratteristici per la classificazione dei flussi veicolari in transito. E' in grado di produrre statistiche e report e le relative rappresentazioni grafiche di analisi dei dati dei transiti

complessivi e dei flussi di traffico, l'analisi, l'archiviazione, l'elaborazione dei dati e la gestione del sistema completo da parte degli operatori.

Gli utenti possono accedere alla Piattaforma su un numero illimitato di postazioni mediante credenziali personali di accesso ed essere abilitati singolarmente alle funzionalità del Sistema. I sottomoduli di cui si compone la piattaforma sono i seguenti:

- **Sottomodulo-Maps** per la visualizzazione impianti su mappa,
- **Sottomodulo-Visual** per la gestione dei pannelli a messaggio variabile,
- **Sottomodulo-Analysis** per la visualizzazione dei dati traffico rilevati dai sensori sui parcheggi
- **Sottomodulo-Scenari Software** in grado di riconoscere lo stato delle stazioni di monitoraggio traffico dal Sottomodulo-Analysis e di andare a pilotare altri moduli come il Sottomodulo-Visual con delle azioni programmate.

3.1.2.1 Sottomodulo-Maps

La Piattaforma software di gestione del sistema mediante il **sottomodulo mappa**, disponibile per tutti gli impianti gestiti dalla Piattaforma software principale permette di **visualizzare la posizione e lo stato degli impianti** su mappa cartografica georeferenziata come Open Street Maps, Google Maps, Google Traffic. Consente inoltre di rappresentare graficamente la visione d'insieme dell'intero Sistema controllato. Sulla mappa sono riportati i posizionamenti dei PMV e di tutti gli impianti gestiti dalla piattaforma. Oltre alla visione su mappa, il sottomodulo mappe riporta sintesi tabellari di facile consultazione e adatte all'esportazione per la stampa.

3.1.2.2 Sottomodulo -Visual

Il Sottomodulo Visual che permette la gestione dei pannelli a messaggio variabile fino ad un numero illimitato. Il caricamento dei messaggi visualizzati su strada avviene in modo automatico attraverso: palinsesto, situazione di traffico identificata con uno scenario (rilevato da stazioni monitoraggio, sistema conteggio parcheggi, sistema tempi di percorrenza e impianti semaforici), oppure scelto (messaggi di default) o creato manualmente (messaggi estemporanei) da operatore abilitato.

3.1.2.3 Sottomodulo Analysis, Software per gestione dati traffico

Sottomodulo-Analysis fornisce analisi ed elaborazioni relative alla mobilità, distinte per segmenti stradali, con lo scopo di conoscere le caratteristiche del traffico. I dati, ottenuti attraverso dispositivi su strada, sono utili per finalità statistiche e per studiare soluzioni migliorative per la mobilità della città. Il Sottomodulo Analysis permette di visualizzare il monitoraggio real-time e i dati storici. Il Monitoraggio real-time rende disponibile l'andamento del flusso veicolare giornaliero suddiviso per rilevatore (corsia). L'Analisi degli storici-Archivio dati permette di fare ricerche su più corsie o su più stazioni di traffico contemporaneamente e di visualizzare i seguenti dati storici per ciascun rilevatore (corsia) e totali:

- lo split direzionale delle corsie e il totale;
- velocità media [km/h; 15° percentile [km/h];
- 85° percentile [km/h] velocità minima,
- velocità massima;

- numero totale dei veicoli;
- TGM [veh/g] con la possibilità di esportare i dati in file csv.

3.1.2.4 Sottomodulo-SMT Software per acquisizione dati da Stazioni Monitoraggio Traffico

Si tratta del sottomodulo preposto all'acquisizione dei dati dalle stazioni e punti misura traffico. Il sistema acquisisce dati dalle stazioni e sensori multitecnologia (spire stradali, radar, video, infrarossi, conteggio pedoni, bici, ecc.), classifica i veicoli secondo diversi schemi di classificazione, classifica per velocità, calcolo 15° percentile, 85° percentile, V media, Vmax, Vmin, andamento giorno/settimana tipica, andamenti storici di flusso, densità, percentuale di occupazione, ecc… Fornisce inoltre informazioni real-time sullo stato del traffico, ed è in grado di comunicare con una molteplicità di protocolli open e proprietari. Infine è in grado di registrare tutti gli eventi relativi alle stazioni, avarie, stato della comunicazione.

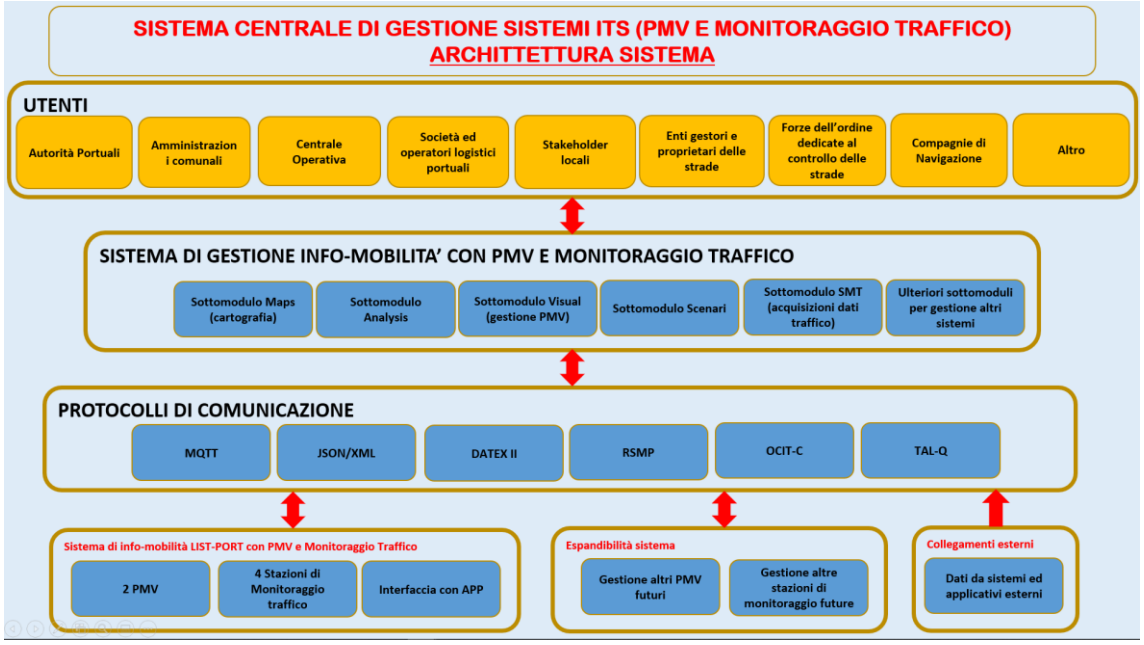

Figura 16: Architettura del sistema centrale di gestione del sistema ITS-LIST Port con PMV e monitoraggio traffico

3.1.2.5 Sottomodulo-Scenari - Software per la gestione degli scenari

Il sottomodulo Scenari è in grado di riconoscere lo stato del traffico dal modulo Sottomodulo Analysis e di pilotare altri moduli come sottomodulo-Visual con delle azioni programmate. La sua funzione è quella di mettere in relazione i moduli della piattaforma e di tradurre le informazioni che provengono dal campo (come ad esempio i flussi di traffico), in attuazioni verso gli impianti e altri moduli o verso sistemi di terze parti. Il sottomodulo Scenari ha accesso a tutti i dati della piattaforma, provenienti dai database, dai moduli che comunicano con il campo o via web services. Questi dati alimentano le funzioni preconfigurate del modulo, che determineranno un particolare scenario. Il verificarsi di uno scenario scaturisce un comportamento da attuare in particolare nei confronti degli automobilisti che percorrono le viabilità di accesso/uscita dal Porto.

3.1.2.6 Integrazione per altri dispositivi e altri sistemi in uso all'Ente

La Piattaforma ITS permetterà di integrare successivamente nuovi PMV e nuove stazioni di monitoraggio traffico nello stesso sistema o sistemi già in uso all'Ente.
Di seguito i moduli Software della Piattaforma TMacs e i protocolli di comunicazione che rendono il Sistema proposto facilmente integrabile con altri sistemi:

3.1.3 Modulo gestione pannelli a messaggio variabili

Il sistema ITS è gestito da un modulo generale **aperto e scalabile** articolato in diversi sottomoduli, capaci di gestire, oltre ad i pannelli a messaggio variabile le stazioni di monitoraggio traffico, impianti semaforici, sistemi di controllo allagamento sottopassi, varchi ZTL, stazioni meteo, ed altri con l'utilizzo di specifici moduli Software dedicati per le varie applicazioni. Il sotto-modulo dei PMV consente di gestire sia un numero illimitato di PMV, e sia svariati protocolli proprietari.
Il caricamento dei messaggi visualizzati su strada avviene in modo automatico attraverso: palinsesto, situazione di traffico identificata con uno scenario (rilevato da stazioni monitoraggio, sistema conteggio parcheggi, sistema tempi di percorrenza e impianti semaforici), oppure scelto (messaggi di default) o creato manualmente (messaggi estemporanei) da operatore abilitato. Il sottomodulo permette la gestione ad elenco e a sotto elenco dei pannelli suddivisi per aree geografiche o per tipologia del PMV gestito.

N.	Da	A	Messaggio	Pagine	Autore	Livello
1	ven, 18 ott 2019 09:33:00	ven, 18 ott 2019 18:30:00	Code_Rot.CaMosche	1		Medio
2	ven, 18 ott 2019 18:30:00	sab, 19 ott 2019 07:00:00	CINTURE	1		Medio
3	sab, 19 ott 2019 07:00:00	sab, 19 ott 2019 18:30:00	Code_Rot.CaMosche	1		Medio
4	sab, 19 ott 2019 18:30:00	Non impostato	CINTURE	1		Medio

Figura 17: Interfaccia sottomodulo Visual gestione messaggi PMV

Il sistema ITS possiede inoltre un altro sottomodulo Maps che fornisce il posizionamento dei PMV su mappa cartografica, visualizzando l'anteprima del messaggio su strada e la diagnostica fornita dal PMV.

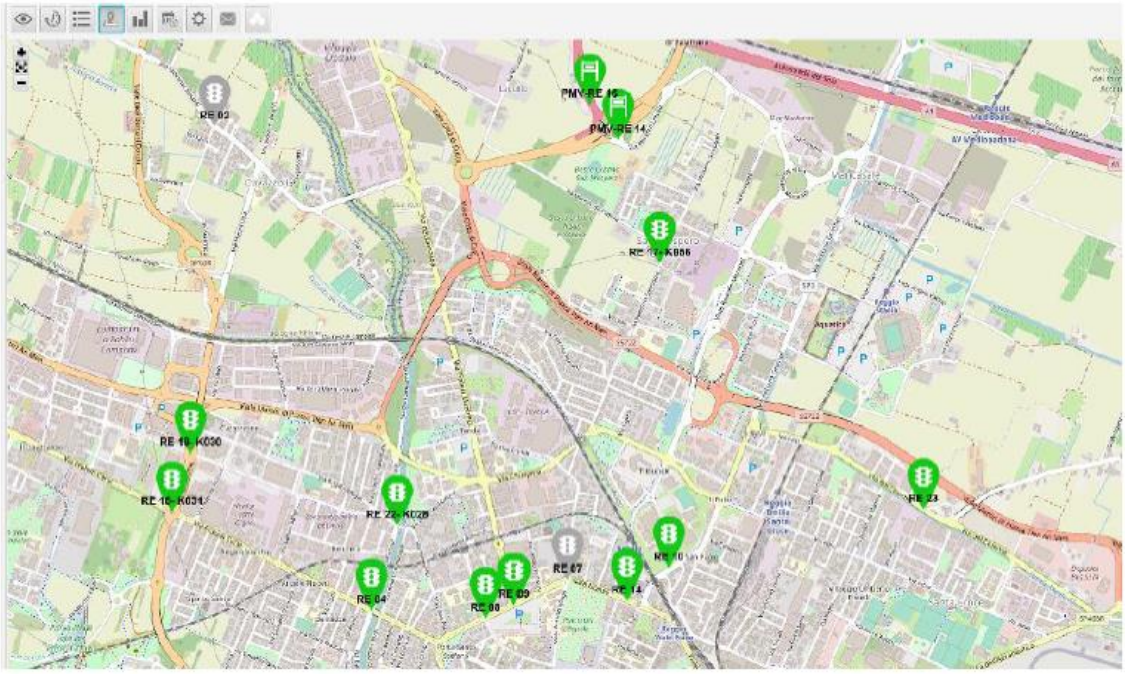

Figura 18: Interfaccia sottomodulo localizzazione PMV

Attraverso il sottomodulo visual si possono visualizzare in simultanea tutti i PMV appartenenti ad un'area geografica e per ciascun PMV è visualizzato il messaggio su strada, eventuali problemi di diagnostica e problemi di comunicazione. Il modulo permette di visualizzare il palinsesto (calendario) dei messaggi che saranno caricati dal PMV e per gli utenti abilitati di crearlo e modificarlo.

Il sistema permette la creazione di più pagine e **di impostare il tempo di visualizzazione di ogni pagina**.

Il sottomodulo di gestione dei PMV possiede un sistema di diagnostica sia dei guasti del sistema che l'indicazione di qualsiasi anomalia che in esso viene riscontrata. Le informazioni sulla diagnostica del pannello sono fornite automaticamente dalla piattaforma o possono essere forzate dagli utenti abilitati.

Il sottomodulo di gestione dei PMV ha le seguenti funzioni: gestione automatiche del palinsesto dei messaggi da impostare su ciascun PMV, analisi automatica dello stato di ciascun PMV e generazione di un report da inviare al sottomodulo che gestisce le allerte, sincronizzazione automatica della data-ora visualizzata dai PMV, gestione della connettività dei PMV, gestione automatica del ripristino della connettività e del palinsesto a seguito di interruzioni, gestione delle richieste degli utenti in base al profilo assegnato.

3.1.4 Sistema di monitoraggio del traffico veicolare

3.1.4.1 Sistema di monitoraggio del traffico con spire

Il sistema di monitoraggio del traffico veicolare mediante spire è stato previsto nel solo comune di Olbia. Nella Figura 19 sono indicati alcuni dei punti di localizzazione delle spire, utilizzando un dispositivo con tecnologia a induzione magnetica che permette di effettuare il rilevamento, il monitoraggio e la classificazione del veicolo in base al profilo magnetico dei veicoli mediante la realizzazione di spira doppia, cioè due spire

di dimensioni uguali una di seguito all'altra con dimensioni indicativamente di 2 metri x 1 metro, distanti l'una dall'altra di 1 metro in ciascuna sezione di rilevamento. Le spire vengono connesse ad una centralina di gestione che mediante l'unità di comunicazione invia l'informazione al sistema di gestione centrale. Nella Piattaforma sistema centrale vengono rese disponibili le varie stazioni di monitoraggio con la visualizzazione dei dati di ciascuna delle corsie.

Figura 19 Alcuni punti di localizzazione delle spire ad Olbia

Le spire per il monitoraggio dei flussi veicolari saranno rilevano ed elaborano nell'arco delle 24 ore in continuo ed in tempo reale i dati relativi ai transiti dei veicoli. La precisione del dato di monitoraggio è pari al 99,7%.

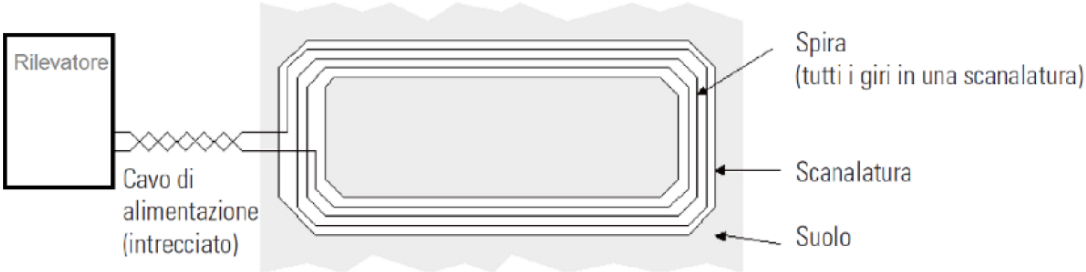

Figura 20 Schema di spira da posizionare sulla pavimentazione stradale

Il sottomodulo è composto di unità detector modulare da guida DIN predisposto per gestire da 4 a 64 loop veicolari con classificazione a profilo magnetico atto all'interfacciamento con Stazione di tipo TEC. Il sistema è dotato di unità di archiviazione dati su piattaforma ARM con Web-Server inside. Inoltre il sistema possiede una l'interfaccia web che permette la configurazione del dispositivo, l'accesso ai dati di traffico da locale o da remoto mediante porta LAN.

Il sistema possiede le seguenti caratteristiche:

- Gestione fino a 64 loop veicolari con classificazione a profilo magnetico (fino a 32 corsie)
- Capacità di archiviazione di oltre 100 Milioni di veicoli, vehicle by vehicle
- Registrazione di veicolo per veicolo
- Ciascuna misura comprende tipologia di veicolo, corsia, velocità, istante di rilevamento, head- way e lunghezza del veicolo
- Capacità di classificazione fino a 8+1 classi veicolari, certificato su Standard TLS

- Range Velocità: da 1 km/h a 255 km/h
- Accuratezza: Conteggio 99%, Lungh. +/- 0,3m, Tolleranza sotto 100 km/h: +/- 3 km/h, Tolle- ranza sopra 100 km/h: +/-3% , Risoluzione 1 km/h, Tipologia 8+1 classi certificato su
- Standard TLS
- Il sistema consente la visualizzazione e analisi dei dati da Piattaforma Cloud, senza scarico da locale
- Interfaccia: Ethernet-USB
- Alimentazione: 10-28 VDC
- Potenza assorbita: <2 VA

Il Sistema Profile TEC permette di rilevare i veicoli con:

- Limite minimo di velocità: sarà 1km/h
- Grabbing: conforme
- Classificazione dei veicoli come da schemi specificati di seguito.
- Flusso veicolare, densità, occupazione,
- Parametri operativi del flusso veicolare da rilevare
- Velocità dei veicoli
- Temperatura di operatività da -20 °C a 70 °C;
- Rilevazione senso di marcia: entrambi i sensi di marcia
- Invio contemporaneo di dati su più server

Il Sistema è dotato di centralina dotata di unità ARM per l'archiviazione e il monitoraggio locale in real time del singolo passaggio veicolare con le seguenti caratteristiche:

- CPU ARCH ARM a 1GHz Cortex-A8
- Uscita video: HDMI risoluzione 1280 x 1024 max (microHDMI)
- Temperatura: -40°C +70°C
- Alimentazione 10-28 VDC, <2 VA
- Memoria SDRAM: 512 MB 800 MHz DDR3L
- Flash EMMC 4 GB 8 bit
- SD MicroSD Slot
- Porte dati: 1xRS485, 1xRS232, 2xUSB
- I2C Bus for Sensor
- Real time clock: Battery backed real time clock ± 5 ppm precisione
- LAN: Ethernet 10/100
- Wifi, Bluetooth, GPRS, 3G: Opzionale
- Input: 4 Optoisolati 200 mA@24 VDC
- Relay Output: 2 NO-NC 3A@24 VDC 3A@120 VAC
- Capacità di archiviazione di oltre 100 Milioni di veicoli, vehicle by vehicle
- Web server inside per la comunicazione diretta o per il collegamento su rete LAN.

3.1.4.2 Sotto-modulo monitoraggio del traffico con Telecamere

Il sistema di monitoraggio del traffico veicolare mediante telecamere è stato previsto nei comuni di Piombino, Vado Ligure e Bastia comune di Olbia. Nella Figura 21 sono indicati i punti di localizzazione delle Telecamere per il monitoraggio del traffico, installate nel

comune di Piombino. Per ogni città pilota sono state installate 4 telecamere, poste nei punti strategici della rete e funzionali a monitorare il traffico diretto ed in uscita dal porto.

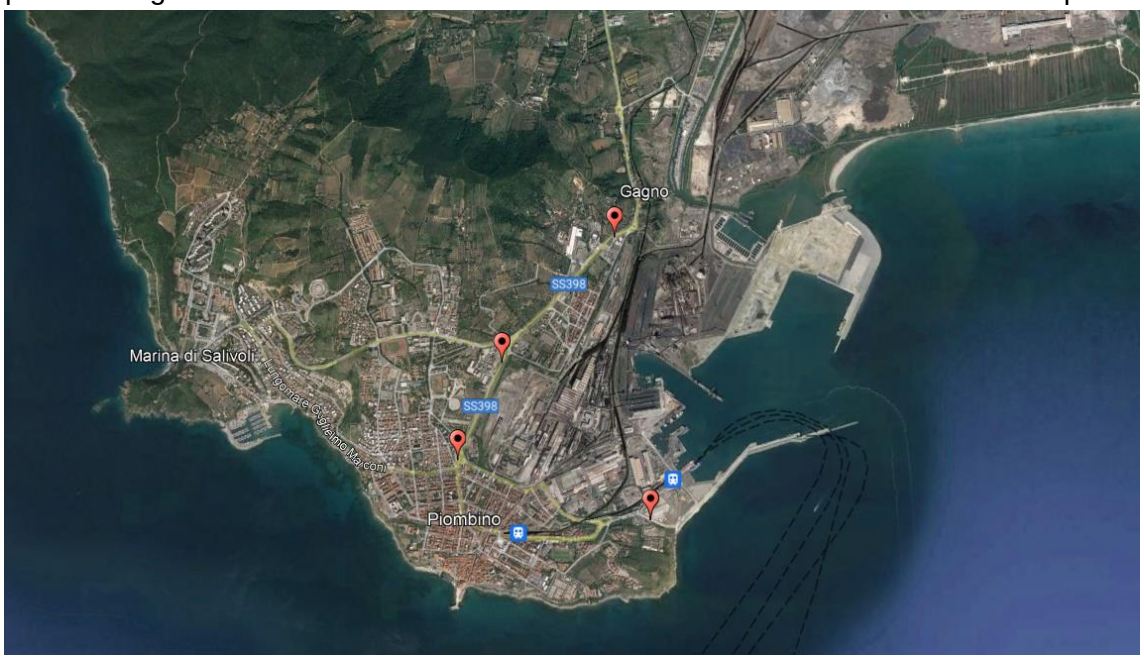

Figura 21 Es. I punti di localizzazione delle telecamere a Piombino

Le telecamere sono in grado di rilevare ed elaborare nell'arco delle 24 ore in continuo ed in tempo reale i dati relativi ai transiti dei veicoli. La rilevazione avviene mediante centraline contenute in contenitori stagni e resistenti agli urti, alimentati dalla rete di alimentazione elettrica pubblica ed in grado di garantirne il trasferimento in remoto in forma telematica dei dati rilevati attraverso con modem GSM/GPRS/UMTS/4G/5G in tempo reale, con latenza massima di 60 secondi. Le centraline sono in grado di rilevare i flussi veicolari su infrastrutture stradali caratterizzate dalla presenza traffico misto, suddividendolo per classe, data, ora del rilevamento e direzione di marcia secondo le specifiche minime riportate nelle tabelle successive.

Descrizione	Tipo dato
Numero progressivo del passaggio	n°
Data transito del singolo veicolo per ogni postazione di misura	gg/mm/aaaa
Istante in cui si è verificato il transito per ogni postazione di misura	hh/mm/ss o più
Senso di marcia (0, 1)	
Classe veicolare come indicato dalla Tabella 3	
Velocità istantanea del singolo veicolo in corrispondenza dell'istante in cui si è verificato il transito (rilevato dal sensore) e senso di marcia, per ogni postazione di misura (la velocità del singolo veicolo deve corrispondere al valore fisico e non secondo la suddivisione per categoria)	m/s oppure Km/h

Tabella 1 Parametri di traffico veicolare rilevati a campo (Singoli Transiti)

Descrizione	Tipo dato
Distribuzione del Numero complessivo di transiti per classe veicolare durante l'intervallo di riferimento (5sec) con indicazione della loro velocità media e del senso di marcia per ogni postazione di misura	N° transiti/sec Velocità media (classe veicolare) Senso di marcia [0,1]
Numero totale di transiti durante l'intervallo di riferimento (5sec) con indicazione della velocità media per categoria e del senso di marcia, per ogni postazione di misura	N° transiti/5 sec Velocità media ([m/s]) Senso (0,1)
Categoria di velocità 0 – 5 km/h 5 – 10 km/h 10 – 15 km/h 15 – 20 km/h 20 – 25 km/h 25 – 30 km/h 30 – 35 km/h 35 – 40 km/h 40 – 45 km/h 45 – 50 km/h 50 – 55 km/h 55 – 60 km/h 60 – 65 km/h 65 – 70 km/h 70 – 75 km/h 75 – 80 km/h 80 – 85 km/h 85 – 90 km/h 90 – 95 km/h 95 – 100 km/h 100 – 105 km/h 105 – 110 km/h 110 – 120 km/h Oltre 120	

Tabella 2 Parametri di traffico veicolare elaborati

Classificazione veicoli
I – Motoveicoli
II - Auto e monovolume
III – Mezzi pesanti di medie dimensioni (fino a 7,5m)
IV - Mezzi pesanti di grandi dimensioni (autotreni ed autoarticolati)
V - Autobus

Tabella 3 Schema di classificazione delle classi veicolari

3.1.4.3 Modulo gestione stazioni monitoraggio traffico

Le stazioni monitoraggio traffico sono gestite mediante uno specifico modulo Software che fornisce analisi ed elaborazioni relative alla mobilità, distinte per segmenti

stradali, con lo scopo di conoscere le caratteristiche del traffico. I dati, ottenuti attraverso dispositivi di rilevazione su strada, possono successivamente essere utilizzati per finalità statistiche e per studiare soluzioni migliorative per la mobilità della città. Il modulo software permette di visualizzare i dati con **ogni singolo passaggio**, con data transito del singolo veicolo per ogni postazione di misura, istante in cui si è verificato il transito per ogni postazione di misura, senso di marcia, classe veicolare con tipologia veicolo, velocità. Tali dati sono necessari per le successive elaborazioni per i modelli di previsione traffico-rumore che valutano, in funzione del traffico veicolare, i livelli di pressione acustica generati su alcuni punti sensibili della rete stradale. I veicoli sono registrati con time-stamp e precisione al millisecondo. Il dato trasmesso ha un ritardo massimo tra il momento del passaggio del veicolo e la ricezione da parte della centrale configurabile da 5 secondi a 60 secondi.

Il modulo Software di gestione permette di visualizzare il **monitoraggio real-time aggregato**, e rende disponibile l'andamento del flusso veicolare giornaliero suddiviso per rilevatore (corsia) dalla mezzanotte del giorno all'ora in cui si stanno visualizzando i dati.

Il software permette di visualizzare i **dati aggregati** dal secondo alle 24 ore, scegliendo il tempo di aggregazione, la corsia sui cui eseguire la ricerca con la possibilità di fare la ricerca su più corsie, lo schema di classificazione, la data e ora di inizio e fine della ricerca. **L'Archivio degli storici** permette di fare ricerche su più corsie o su più stazioni di traffico contemporaneamente e di visualizzare i seguenti dati storici per ciascun rilevatore (corsia) e totali:

- lo split direzionale delle corsie e il totale; velocità media [km/h; 15° percentile [km/h];
- 85° percentile [km/h] velocità minima, velocità massima; numero totale dei veicoli;
- TGM [veh/g] con la possibilità di esportare i dati in file csv.

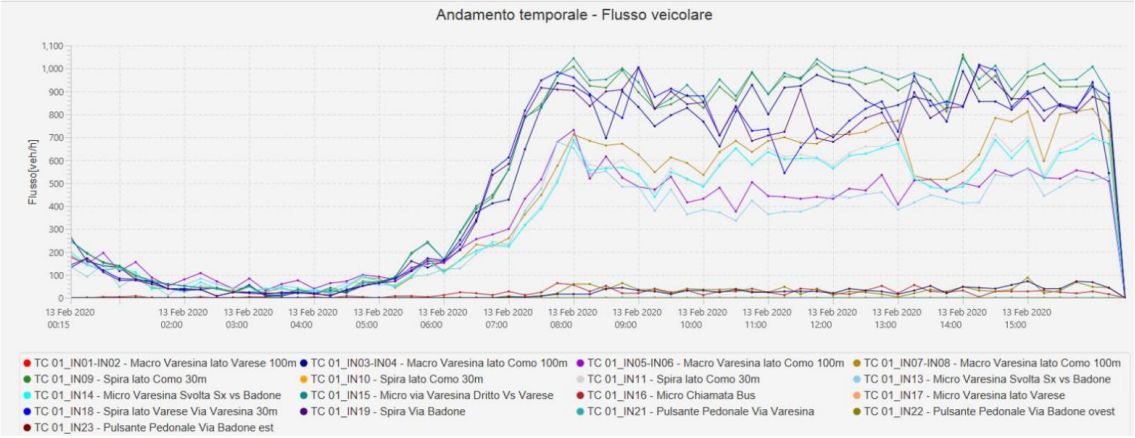

Figura 22: Esempio di output dell'analisi dei dati di traffico rilevati

Il software permette di visualizzare i grafici e i dati relativi all'andamento temporale suddivisi per rilevatore (corsia) e in totale:

- Andamento temporale del flusso veicolare;
- Andamento temporale dei veicoli;

- Andamento temporale dei veicoli distinti per tipologia secondo lo schema di classificazione prescelto;
- Andamento temporale della velocità;
- Andamento temporale della densità;
- Andamento temporale della percentuale di occupazione;
- Distribuzione dei veicoli suddivisi per tipologia in percentuale;
- Distribuzione della frequenza di velocità cumulata e non cumulata;
- Distribuzione della lunghezza dei veicoli rilevati;
- Grafico delle prime 200 ore;
- Andamento tipico giornaliero suddiviso per corsia e sul totale;
- Andamento tipico settimanale suddiviso per corsia e sul totale;
- Grafici relativi al Flusso - Densità, Velocità Densità, Velocità – Densità, suddivise per corsia e su tutte le corsie;
- Velocità Libera [km/h];
- Velocità critica [km/h];
- Densità critica [veh/km];
- Equazione stimata.

Gli indicatori rilevati costituiscono i dati di input per il modello predittivo traffico rumore che consente di determinare i livelli di pressione acustica nei punti caratteristici della rete stradale nei quali sono posizionati i rilevatori di traffico. Inoltre tali dati sono necessari per le attività di monitoraggio e pianificazione del traffico e per individuare i possibili interventi di razionalizzazione e riorganizzazione della viabilità in corrispondenza della rete stradale del waterfront portuale e della viabilità di accesso/uscita dal porto.

Indice delle Figure

Figura 1: L'architettura del sistema ITS LIST-PORT 5
Figura 2 – Architettura del sistema (es. Piombino) 9
Figura 3 Posizionamento telecamere (es. Piombino) 10
Figura 4 Modelo telecamera(es. Piombino) 10
Figura 5 T.1 Viale Dalla Chiesa (es. Piombino) 10
Figura 6 T.2 Viale Unità d'Italia (es. Piombino) 10
Figura 7 T.3 Viale Unità d'Italia (es. Piombino) 10
Figura 8 T.4 Viale Unità d'Italia (es. Piombino) 10
Figura 9: Posizionamenti dei due PMV (es. Piombino) 11
Figura 10 Foto-inserimento PMV in Viale Margerita (es. Piombino) 12
Figura 11: Foto inserimento PMV in S.P. della Principessa (es. Piombino) 12
Figura 12: Piattaforma TMacs 13
Figura 13 Struttura generale della app. 14
Figura 14: Integrazione della app con il sistema ITS dei PMV 15
Figura 15: Schema funzionale del modulo sistema ITS con PMV e rilevatori di traffico 18
Figura 16: Architettura del sistema centrale di gestione del sistema ITS-LIST Port con PMV e monitoraggio traffico 22
Figura 17: Interfaccia sottomodulo Visual gestione messaggi PMV 23
Figura 18: Interfaccia sottomodulo localizzazione PMV 24
Figura 19 Alcuni punti di localizzazione delle spire ad Olbia 25
Figura 20 Schema di spira da posizionare sulla pavimentazione stradale 25
Figura 21 Es. I punti di localizzazione delle telecamere a Piombino 27
Figura 22: Esempio di output dell'analisi dei dati di traffico rilevati 29

Indice delle Tabelle

Tabella 1 Parametri di traffico veicolare rilevati a campo (Singoli Transiti) 27
Tabella 2 Parametri di traffico veicolare elaborati 28
Tabella 3 Schema di classificazione delle classi veicolari 28